

***MULTIPRODUCT MULTIVEHICLE INVENTORY ROUTING
PROBLEM DENGAN MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING
(STUDI KASUS PT. GADING MAS INDAH)***

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ZAIYIN MAGHFUR

201410140311071

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

***MULTIPRODUCT MULTIVEHICLE INVENTORY ROUTING
PROBLEM DENGAN MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING
(STUDI KASUS PT. GADING MAS INDAH)***



Disusun Oleh :
ZAIYIN MAGHFUR
201410140311071

Menyetujui dan Mengesahkan :

Malang, 02 November 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ilyas Mas'udin, S.T., M.Log., SCM. Ph.D.

Teguh Baroto, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ilyas Mas'udin, S.T., M.Log., SCM., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu,

Alhamdulillahirrobbil 'alamin, puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala nikmat, kekuatan, kesehatan dan kesempatan yang telah diberikan kepada penulis. Sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “*Multiproduct Multivehicle Inventory Routing Problem* dengan *Mixed Integer Linear Programming*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang. Sholawat dan salam penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, semoga sholawat dan salam selalu tercurah kepada Beliau.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat dukungan, bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu sebagai rasa penghargaan penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, kesehatan dan kesempatan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Teristimewa untuk Ibu saya Husnul Khotimah yang selalu mendoakan dan memberikan yang terbaik bagi saya selama ini serta almarhum Ayah saya KA. Hormat semoga mendapatkan pahala jariyah.
3. Kakak perempuan saya Nida'ul Hasanah yang selalu mendukung dan memberikan semangat dan Teguh Wibowo yang memberikan bantuan kepada saya.
4. Bapak Ilyas Masudin, S.T., M.Log., SCM., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Dosen Pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu dan semua tenaga maupun pikiran yang dicurahkan untuk membimbing penulis. Terima kasih telah memudahkan saya dalam proses pengerjaan skripsi ini. Semoga Bapak Ilyas selalu diberkahi oleh Allah dan tetap istiqomah dalam kebaikan. Aamiin.
5. Bapak Teguh Baroto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam

penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah memperlancar dalam bimbingan skripsi. Semoga dengan ilmu yang penulis dapatkan dari beliau menjadi ilmu barokah. Aamiin.

6. Ibu Annisa Kesy Garside, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I Seminar Proposal, terima kasih atas semua saran dan koreksinya yang membangun untuk memperbaiki skripsi ini, baik saran yang tertulis maupun yang terucap saat seminar proposal maupun saat maju revisian. Semoga diberi istiqomah oleh Allah dalam melakukan kebaikan.
7. Bapak Dana Marsetya Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I Ujian Skripsi, terima kasih atas semua saran dan koreksi yang membangun untuk perbaikan terhadap hasil penelitian saya.
8. Ibu Ikhlasul Amallynda, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II Seminar Proposal dan Dosen Penguji II Ujian Skripsi, terima kasih atas semua saran dan koreksi yang membangun untuk perbaikan terhadap hasil penelitian saya.
9. Bapak Ir. Heri Mujayin Kholik, M.T. selaku Dosen Wali Angkatan 2014 B yang sangat memperhatikan kemajuan perkuliahan mahasiswa-mahasiswanya dan selalu meluangkan waktu untuk memberikan konsultasi akademik.
10. Seluruh Dosen Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan. Baik dalam perkuliahan maupun di luar perkuliahan.
11. Bapak Prayitno selaku Direktur PT Gading Mas Indah, terima kasih atas izin yang diberikan dan kemudahan dalam memperoleh data selama penelitian. Semoga beliau selalu diberi kesehatan.
12. Bapak Gunadi (sopir) dan Bapak H. Gunadi (kernet), terima kasih telah memperbolehkan saya mengikuti setiap perjalanan pengiriman LPG setiap hari dan memberikan data-data penelitian, tak lupa terima kasih atas makan siang dan lain-lain yang telah berikan. Semoga diberikan kelancaran rezeki oleh Allah.
13. Bapak Bowo (sopir) alias Pardi alias Gimin dan Mas Dwi (kernet), terima kasih telah memperbolehkan saya mengikuti setiap perjalanan pengiriman LPG setiap hari dan memberikan data-data penelitian. Serta seluruh jajaran sopir dan

kernet juga staf gudang di PT Gading Mas Indah, terima kasih telah memberikan data-data dan kelancaran dalam penelitian skripsi ini.

14. Bapak Siswo Santoso selaku pimpinan PKU Ranting Weru yang telah memberikan izin penelitian, juga kepada Saudara Heri dan saudari Firda yang selalu membantu dalam memperoleh data penelitian sebelumnya.
15. Ketua Ta'mir Musholla Adam, Taqwim, S.E. beserta jajarannya, semoga Musholla Adam tetap maju dan tetap *fastabiqul khoirot*.
16. Sedoyo rencang-rencang Angkatan 2014 B (BRAIN), Bayu CK, Tyas YR, Amallia RSP dan Dyah MU yang telah lulus terlebih dahulu, semoga dilancarkan pekerjaan dan rezekinya. Dan lainnya, Arizal SH, Nico FBM, Dota DCP, Dian HP, Dimas MK, Farid N, Aliffany PN, M Herlambang R, Wiwit DPW, Khanza OPW, Nadya B, Aida AI, Vita DPS, Rizka RN, Eka PA, Ciecielia S, C Novita E, M Fuad J, Dodi S, A Sanjani A, Rahmad WR, Hari TJ, Alfian EP, M Irsyadi,. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya kepada saya selama ini. Semoga tetap *Strong* bagi yang masih berjuang dalam skripsi. *Keep in touch alltough distance separate us. I wish one day we will meet again. Insyaa Allah.*
17. Nabila Rohmatul Laili yang memberikan saran tempat penelitian, Amelia Khoidir, Angkatan 2014 A dan 2014 C yang terlibat dan tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.
18. Tim sukses Seminar Proposal dan Ujian Skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk hadir.
19. Konco-konco juragan dan campoan KM Macan Putih dan KM Barokah Romadhon Blandongan Rukun Sejahtera Weru Wetan.
20. “Hamba Allah” yang tidak berkenan ditulis namanya. Terima kasih atas saran-sarannya.
21. Mas Imam, Mbak Erni, Pace Sorong Nanda Teknik Informatika dan Ahmad Teknik Sipil yang sering membantu saya serta seluruh warga kos Sampurna 33.
22. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Walaupun demikian tidak menutup kemungkinan adanya kesalahan dan kekurangan dalam penulisan maupun dalam penyajian materi.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya untuk pengembangan ilmu.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu,

Malang, 05 November 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan Skripsi	
Lembar Asistensi Skripsi	
Berita Acara Ujian	
Surat Pernyataan Keaslian	
Surat Keterangan Pengambilan Data dari Perusahaan	
Kata Pengantar	i
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Distribusi dan Transportasi.....	5
2.1.1 Komponen Biaya Transportasi.....	6
2.1.2 Keputusan Persediaan dalam Sistem Distribusi dan Transportasi	7
2.2 Konsep Manajemen Persediaan.....	8
2.2.1 Komponen Biaya Persediaan	9
2.2.2 Fungsi Persediaan	12
2.3 Konsep Pemrograman Linier.....	12
2.4 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	14
2.5 <i>Inventory Routing Problem (IRP)</i>	15

2.5.1	Penerapan dan Penyelesaian Permasalahan IRP	16
2.5.2	Pertimbangan Konsumsi Bahan Bakar dalam IRP.....	17
2.5.3	Metode Penentuan Konsumsi Bahan Bakar	17
2.5.4	Macam-macam Inventory Routing Problem.....	19
2.5.5	<i>Multiproduct Multivehicle Inventory Routing Problem</i> (MMIRP). 19	
2.5.6	Model matematis <i>Multiproduct Multivehicle Inventory Routing Problem</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Studi Lapangan.....	26
3.2	Studi Literatur.....	26
3.3	Perumusan Masalah.....	27
3.4	Penetapan Tujuan Penelitian	27
3.5	Pengumpulan Data	28
3.5.1	Data Primer	28
3.5.2	Data Sekunder	29
3.6	Pengolahan Data.....	29
3.6.1	Perhitungan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan awal. 29	
3.6.2	Pengembangan Model dan Penerjemahan Model Matematis Ke <i>Software</i> LINGO.....	30
3.6.3	Pencarian Solusi Layak Oleh LINGO.....	31
3.6.4	Perhitungan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan Usulan	32
3.6.5	Perbandingan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan Awal dengan Usulan.....	33
3.7	Analisa Hasil dan Pembahasan.....	33
3.8	Kesimpulan dan Saran.....	34
3.9	<i>Flowchart</i> Penelitian	34
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		36
4.1	Pengumpulan Data	36
4.1.1	Tinjauan Umum Perusahaan	36
4.1.2	Data Produk.....	37

4.1.3	Data Kendaraan	37
4.1.4	Data <i>Customer</i>	37
4.1.5	Data Matriks Jarak	42
4.1.6	Data Komponen Biaya	43
4.1.7	Data Rute Awal Pengiriman	44
4.1.7.1	Rute Awal Pengiriman Kendaraan 1	44
4.1.7.2	Rute Awal Pengiriman Kendaraan 2	47
4.2	Pengolahan Data	50
4.2.1	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	51
4.2.2	Perhitungan Biaya Simpan	51
4.2.3	Perhitungan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan Awal	52
4.2.3.1	Total Biaya Transportasi Awal	52
4.2.3.2	Total Biaya Persediaan Awal	55
4.2.3.3	Total Biaya Transportasi dan Persediaan Awal	57
4.2.4	Pengembangan dan Penerjemahan Model Matematis Ke <i>Software LINGO</i>	57
4.2.4.1	Pengembangan Model	57
4.2.4.2	Penerjemahan Model Matematis ke <i>software LINGO</i>	59
4.2.5	Pencarian Solusi Layak Oleh LINGO	61
4.2.5.1	Variabel Keputusan Rute	64
4.2.5.2	Jumlah Produk Yang Diterima Tiap <i>Customer</i>	66
4.2.6	Perhitungan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan Usulan	67
4.2.6.1	Total Biaya Transportasi Usulan	68
4.2.6.2	Total Biaya Persediaan Usulan	69
4.2.6.3	Total Biaya Transportasi dan Persediaan Usulan	70
BAB V ANALISA PEMBAHASAN		71
5.1	Pengembangan Model	71
5.2	Penentuan Jumlah Pengiriman	71
5.3	Penugasan Kendaraan Ke Tiap Customer	73
5.4	Keputusan Penentuan Rute	73

5.5	Hasil Tingkat Persediaan.....	75
5.6	Perbandingan Total Biaya Transportasi dan Biaya Persediaan Awal dengan Usulan	78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		79
6.1	Kesimpulan.....	79
6.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN.....		86



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Metode penyelesaian MMIRP di beberapa penelitian	20
Tabel 2.2. Definisi formulasi MMIRP	23
Tabel 4.1. Data produk.....	37
Tabel 4.2. Data kendaraan.....	37
Tabel 4.3. Data <i>customer</i>	39
Tabel 4.4. Kapasitas dan persediaan awal <i>customer</i>	41
Tabel 4.5. Matriks jarak (dalam Km).....	42
Tabel 4.6. Harga jual agen	43
Tabel 4.7. Muatan produk yang dibawa (tabung) kendaraan 1 awal	44
Tabel 4.8. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Senin	44
Tabel 4.9. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Selasa	45
Tabel 4.10. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Rabu	45
Tabel 4.11. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Kamis	46
Tabel 4.12. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Jumat	46
Tabel 4.13. Rute awal kendaraan 1 dan permintaan (tabung) hari Sabtu	46
Tabel 4.14. Muatan produk yang dibawa (tabung) kendaraan 2 awal	47
Tabel 4.15. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Senin	47
Tabel 4.16. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Selasa	48
Tabel 4.17. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Rabu	48
Tabel 4.18. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Kamis	49
Tabel 4.19. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Jumat	49
Tabel 4.20. Rute awal kendaraan 2 dan permintaan (tabung) hari Sabtu	50
Tabel 4.21. Total biaya transportasi awal kendaraan 1	54
Tabel 4.22. Total biaya transportasi awal kendaraan 2	54
Tabel 4.23. Total biaya transportasi awal	55
Tabel 4.24. Total biaya persediaan awal selama 6 hari.....	56
Tabel 4.25. Total biaya transportasi dan persediaan awal	57
Tabel 4.26. Keputusan rute solusi kendaraan 1	65
Tabel 4.27. Keputusan rute solusi kendaraan 2.....	65

Tabel 4.28. Jumlah produk yang dibawa kendaraan 1 tiap hari.....	66
Tabel 4.29. Jumlah produk yang dibawa kendaraan 2 tiap hari.....	66
Tabel 4.30. Jumlah produk yang diterima <i>customer</i> tiap hari.....	66
Tabel 4.31. Total biaya transportasi kendaraan 1	68
Tabel 4.32. Total biaya transportasi kendaraan 2	69
Tabel 4.33. Total biaya transportasi usulan	69
Tabel 4.34. Total biaya persediaan usulan	70
Tabel 4.35. Total biaya transportasi dan persediaan usulan.....	70
Tabel 5.1. Perbandingan kendaraan 1 dan 2 awal dengan usulan.....	74
Tabel 5.2. Perbandingan tingkat persediaan	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> penelitian	35
Gambar 4.1. Lokasi <i>Customer</i> menurut Google Maps	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks jarak antar vertex.....	87
Lampiran 2 <i>Output Solution LINGO software</i> untuk variabel X (i,j,k,t) dan variabel Q (i,j,m,k,t).....	90
Lampiran 3 <i>Output Solution LINGO software</i> untuk variabel R (i,m,t).....	95
Lampiran 4 <i>Output Solution LINGO software</i> untuk variabel I (i,m,t)	96



DAFTAR PUSTAKA

- Al Shamsi, A., Al Raisi, A., & Aftab, M. (2014). Pollution-inventory routing problem with perishable goods *Logistics operations, supply chain management and sustainability* (pp. 585-596): Springer.
- Alkawaleet, N., Hsieh, Y.-F., & Wang, Y. (2014). Inventory routing problem with CO₂ emissions consideration *Logistics Operations, Supply Chain Management and Sustainability* (pp. 611-619): Springer.
- Andersson, H., Christiansen, M., & Fagerholt, K. (2010). Transportation planning and inventory management in the LNG supply chain *Energy, natural resources and environmental economics* (pp. 427-439): Springer.
- Anily, S., & Federgruen, A. (1990). One warehouse multiple retailer systems with vehicle routing costs. *Management science*, 36(1), 92-114.
- Assauri, S. (2004). Manajemen Produksi dan Operasi, Dasar Konsep dan Strategi: Rajawali, Jakarta.
- Bahagia, S. N. (2006). Sistem Inventori. Bandung: Penerbit ITB.
- Ballou, R. H. (1999). *Business Logistics Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Instructor's Manual*: Prentice Hall.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Barth, M., Younglove, T., & Scora, G. (2005). Development of a heavy-duty diesel modal emissions and fuel consumption model.
- Baumol, W. J., & Vinod, H. D. (1970). An inventory theoretic model of freight transport demand. *Management science*, 16(7), 413-421.
- Bell, W. J., Dalberto, L. M., Fisher, M. L., Greenfield, A. J., Jaikumar, R., Kedia, P., . . . Prutzman, P. J. (1983). Improving the distribution of industrial gases with an on-line computerized routing and scheduling optimizer. *Interfaces*, 13(6), 4-23.
- Bertazzi, L., Paletta, G., & Speranza, M. G. (2002). Deterministic order-up-to level policies in an inventory routing problem. *Transportation science*, 36(1), 119-132.
- Burns, L. D., Hall, R. W., Blumenfeld, D. E., & Daganzo, C. F. (1985). Distribution strategies that minimize transportation and inventory costs. *Operations research*, 33(3), 469-490.
- Campbell, A. M., & Savelsbergh, M. (2004). Efficient insertion heuristics for vehicle routing and scheduling problems. *Transportation science*, 38(3), 369-378.
- Castillo, E., Cobo, A., Jubete, F., & Pruneda, R. E. (2002). An Introduction to Linear Programming. *Orthogonal Sets and Polar Methods in Linear Algebra: Applications to Matrix Calculations, Systems of Equations, Inequalities, and Linear Programming*, 251-274.
- Cheng, C., Qi, M., Wang, X., & Zhang, Y. (2016). Multi-period inventory routing problem under carbon emission regulations. *International Journal of Production Economics*, 182, 263-275.

- Chopra, S. (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 123-140.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply chain management. Strategy, planning & operation *Das summa summarum des management* (pp. 265-275): Springer.
- Coelho, L. C., Cordeau, J.-F., & Laporte, G. (2012). The inventory-routing problem with transshipment. *Computers & Operations Research*, 39(11), 2537-2548.
- Coelho, L. C., & Laporte, G. (2013a). A branch-and-cut algorithm for the multi-product multi-vehicle inventory-routing problem. *International Journal of Production Research*, 51(23-24), 7156-7169.
- Coelho, L. C., & Laporte, G. (2013b). The exact solution of several classes of inventory-routing problems. *Computers & Operations Research*, 40(2), 558-565.
- Corsten, D., & Gruen, T. W. (2004). Stock-outs cause walkouts. *Harvard Business Review*, 82(5), 26-28.
- Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The truck dispatching problem. *Management science*, 6(1), 80-91.
- Demir, E., Bektaş, T., & Laporte, G. (2011). A comparative analysis of several vehicle emission models for road freight transportation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(5), 347-357.
- Demir, E., Bektaş, T., & Laporte, G. (2014). A review of recent research on green road freight transportation. *European journal of operational research*, 237(3), 775-793.
- Dror, M., Ball, M., & Golden, B. (1985). A computational comparison of algorithms for the inventory routing problem. *Annals of Operations Research*, 4(1), 1-23.
- Dror, M., & Levy, L. (1986). A vehicle routing improvement algorithm comparison of a "greedy" and a matching implementation for inventory routing. *Computers & Operations Research*, 13(1), 33-45.
- Ercan, S., & Cinar, D. (2017). A Multiproduct Multi-vehicle Inventory Routing Problem with Uncertainty *Sustainable Logistics and Transportation* (pp. 181-198): Springer.
- Fahmi, I. (2012). Manajemen Produksi dan Operasi. *Bandung: Alfabeta*.
- Franceschetti, A., Honhon, D., Van Woensel, T., Bektaş, T., & Laporte, G. (2013). The time-dependent pollution-routing problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 56, 265-293.
- Ganeshan, R., & Harrison, T. P. (1995). An introduction to supply chain management. *Department of Management Science and Information Systems, Penn State University*, 2-7.
- Gebhard, P. (2012). *The Vehicle Routing Problem with Compartments*. Technische Universität Wien, Wien.
- Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (2010). *Handbook of metaheuristics* (Vol. 2): Springer.
- Hartanto. (2005). Optimasi Pemilihan Lahan Pertanian Pada Kabupaten Bondowoso yang Bertujuan Untuk Meningkatkan Laba Menggunakan Linear Programming.

- Hasni, S., Toumi, S., Jarboui, B., & Mjirda, A. (2017). GVNS based heuristic for solving the multi-product multi-vehicle inventory routing problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 58, 71-78.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*. Jakarta: Salemba Empat.
- Huang, S. H., & Lin, P. C. (2010). A modified ant colony optimization algorithm for multi-item inventory routing problems with demand uncertainty. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(5), 598-611.
- Iassinovskaia, G., Limbourg, S., & Riane, F. (2017). The inventory-routing problem of returnable transport items with time windows and simultaneous pickup and delivery in closed-loop supply chains. *International Journal of Production Economics*, 183, 570-582.
- Jabidi. (2012). *Optimasi Distribusi LPG di Jakarta*.
- Jayaraman, V. (1998). Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design: An investigation. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 471-494.
- Jemai, Z., Rekik, Y., & Kalai, R. (2013). Inventory routing problems in a context of vendor-managed inventory system with consignment stock and transshipment. *Production Planning & Control*, 24(8-9), 671-683.
- Joko, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Kara, I., Kara, B. Y., & Yetis, M. K. (2007). *Energy minimizing vehicle routing problem*. Paper presented at the International Conference on Combinatorial Optimization and Applications.
- Kopfer, H. W., & Kopfer, H. (2013). Emissions minimization vehicle routing problem in dependence of different vehicle classes *Dynamics in logistics* (pp. 49-58): Springer.
- Kumar, R. S., Kondapaneni, K., Dixit, V., Goswami, A., Thakur, L. S., & Tiwari, M. (2016). Multi-objective modeling of production and pollution routing problem with time window: A self-learning particle swarm optimization approach. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 29-40.
- Laili, N. R. (2018). *Pendekatan Cluster First Route Second Dalam Perencanaan Jadwal dan Rute Distribusi LPG Untuk Minimasi Biaya Distribusi*. (S1), Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Laporte, G. (1992). The vehicle routing problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European journal of operational research*, 59(3), 345-358.
- Lmariouh, J., Coelho, L. C., Elhachemi, N., Laporte, G., Jamali, A., & Bouami, D. (2017). Solving a vendor-managed inventory routing problem arising in the distribution of bottled water in Morocco. *European Journal of Industrial Engineering*, 11(2), 168-184.

- Ma, X., Huang, Z., & Koutsopoulos, H. (2014). Integrated traffic and emission simulation: a model calibration approach using aggregate information. *Environmental Modeling & Assessment*, 19(4), 271-282.
- Mirzapour, A., & Rekik, Y. (2014). Multi-product multi-period Inventory Routing Problem with a transshipment option: A green approach. *International Journal of Production Economics*, 157, 80-88.
- Nasution, M. N. (2015). *Manajemen transportasi*: Ghalia Indonesia.
- Pangalajo. (2009). *Pengertian Linear Programming*. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Perl, J., & Sirisoponsilp, S. (1988). Distribution networks: facility location, transportation and inventory. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 18(6), 18-26.
- Pīrs, V., Jesko, Ž., & Lāceklis-Bertmanis, J. (2008). *Determination methods of fuel consumption in laboratory conditions*. Paper presented at the 7th International Scientific Conference „Engineering for Rural Development”: Proceedings.
- Qiu, Y., Qiao, J., & Pardalos, P. M. (2017). A branch-and-price algorithm for production routing problems with carbon cap-and-trade. *Omega*, 68, 49-61.
- Rahimi, M., Baboli, A., & Rekik, Y. (2016). Sustainable inventory routing problem for perishable products by considering reverse logistic. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 949-954.
- Raidl, G. R., Puchinger, J., & Blum, C. (2010). Metaheuristic hybrids *Handbook of metaheuristics* (pp. 469-496): Springer.
- Richards, A., & How, J. P. (2002). *Aircraft trajectory planning with collision avoidance using mixed integer linear programming*. Paper presented at the American Control Conference, 2002. Proceedings of the 2002.
- Romano, P. (2015). Vendor-managed inventory. *Wiley Encyclopedia of Management*.
- Rushton, A., Oxley, J., & Croucher, P. (2010). *The Handbook of Logistics & Distribution Management*: Kogan Page, London.
- Russell, R. S., & Taylor, B. (2009). *Operations management: Creating value along the supply chain*. Hoboken: NJ: John Wiley & Sons.
- Santoso, A., Bahagia, N., Suprayogi, S., & Sasongko, D. (2008). Integrasi Perencanaan Produksi - Dsitribusi - Transportasi dengan Pengiriman Langsung. *Proceedings Seminar Nasional Perencanaan Sistem Industri*, pp. 252-265.
- Santoso, A., Bahagia, N., Suprayogi, S., & Sasongko, D. (2009). Integrasi Kebijakan Persediaan-Transportasi (Pengiriman Langsung dan Berbagi) Di Sistem Rantai Pasok 4-Eselon. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), pp. 15-32.
- Siagian, P. (1987). *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
- Soysal, M. (2016). Closed-loop inventory routing problem for returnable transport items. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 31-45.

- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Haijema, R., & van der Vorst, J. G. (2015). Modeling an Inventory Routing Problem for perishable products with environmental considerations and demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 164, 118-133.
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Haijema, R., & van der Vorst, J. G. (2016). Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration. *Computers & Operations Research*, 89, 168-182.
- Susanti, L., Machfud, M., & Hasbullah, R. (2015). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Base Material Pada Industri Keramik DI PT. XYZ. *Jurnal Aplikasi Bisnis dan Manajemen (JABM)*, 1(2), 108.
- Sutrisno. (2008). Optimasi Pendapatan Pada Pembangunan Pertokoan Menggunakan Algoritma Branch And Bound.
- Syaputra, R. (2015). Cara Mudah Hitung Konsumsi Bahan Bakar Mobil. Retrieved from <https://www.viva.co.id/otomotif/tips/594720-cara-mudah-hitung-konsumsi-bahan-bakar-mobil>
- Taha, H. A. (2007). *Operations Research: An Introduction* (8th Edition ed.). Delhi: Prentice Hall of India.
- Tavakkoli-Moghaddam, R., & Raziei, Z. (2016). A new bi-objective location-routing-inventory problem with fuzzy demands. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1116-1121.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management*: Prentice Hall.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The vehicle routing problem*: SIAM.
- Treitl, S., Nolz, P. C., & Jammerneegg, W. (2014). Incorporating environmental aspects in an inventory routing problem. A case study from the petrochemical industry. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 26(1-2), 143-169.
- Tseng, Y.-y. (2004). *The Role of Transportation in Logistics*. University of South Australia.
- Xiao, Y., Zhao, Q., Kaku, I., & Xu, Y. (2012). Development of a fuel consumption optimization model for the capacitated vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 39(7), 1419-1431.
- Yandeza, G. (2017). *Kebijakan Periodic Review Dalam Persediaan Spare Part Menggunakan Heuristic Power dan Normal Approximation*. (S1), Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Zachariadis, E. E., Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2009). An integrated local search method for inventory and routing decisions. *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10239-10248.
- Zhalechian, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Zahiri, B., & Mohammadi, M. (2016). Sustainable design of a closed-loop location-routing-inventory supply chain network under mixed uncertainty. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 89, 182-214.